

THESIS

MUNICH

1965

**Die Schädel-Hirnverletzungen des
Kraftradfahrers**

Ivar Boettcher

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. R. Zenker

Die Schädel-Hirnverletzungen des Kraftradfahrers

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ivar Boettcher
aus Heidekrug/Ostpr.

München 1965

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.-Doz. Dr. Dr. S. KARNBAUM
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. R. ZENKER
Dekan:	Prof. Dr. O. HUG

Tag der mündlichen Prüfung: 4.5.1965

INHALTSVERZEICHNIS

A. EINLEITUNG	5
B. ENTSTEHUNGSWEISE DES KRAFTRADUNFALLS UND DABEI WIRKSAME KRÄFTE	6
C. ZIEL DER ARBEIT	8
D. BESCHREIBUNG DES KRANKENGUTES	8
E. ERGEBNISSE	9
I. Schädel-Hirnverletzung	9
a. Commotio- und Contusio cerebri	9
b. Schädelfrakturen	10
c. Schädelfraktur und Hirnschaden	11
d. Schädelfraktur und ihre Komplikationen	13
e. Schädel-Hirnverletzung und Skelettfraktur	15
f. Altersverteilung	18
g. Mortalität	19
II. Unfallhergang	20
a. Arten des Unfallhergangs	20
b. Unfallhergang und Schädel-Hirnverletzung	22
c. Unfallhergang und Schädelfraktur	23
d. Unfallhergang und Skelettfraktur	24
e. Unfallhergang und Mortalität	24
F. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	24
G. LITERATURVERZEICHNIS	26



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. EINLEITUNG

Noch vor 30-40 Jahren standen unter den Verkehrsunfällen sowohl im Hinblick auf die Häufigkeit wie auch die Schwere der Verletzungen die Fahrradunfälle an erster Stelle. (JORNS, G.) Heute wird dieser Platz von den Unfällen motorisierter Verkehrsteilnehmer eingenommen. Und unter diesen haben die Kraftradfahrer eine Sonderstellung inne. (Als Krafträder werden zweirädrige mit einem Motor betriebene und zur Fortbewegung dienende Fahrzeuge bezeichnet wie Motorräder, Motorroller und Mopeds.)

So waren nach CARSTENSEN, E. die Autofahrer acht mal häufiger an einem Verkehrsunfall beteiligt als die Motorradfahrer, diese wurden aber 1,6 mal häufiger verletzt. Auch ihre Mortalitätsquote war die relativ höchste (BADER, H. und KLOTZ, E.). Beim Mopedfahrer lagen die Verhältnisse ähnlich. Im Jahre 1956 verunglückten rund 1/10 aller im Strassenverkehr Getöteten und Verletzten auf einem Moped. (HOSSE, H.) 1957 kamen in der Bundesrepublik Deutschland 72 089 Mopedfahrer zu Schaden. Jeder zwölfte Verkehrstote war ein Mopedfahrer (SCHMIDT-ELMENDORFF, H.).

Neben dieser hohen Verletzungsquote liegt die Sonderstellung des Kraftradfahrers in der Häufigkeit der Schädel-Hirnverletzungen und dem damit verbundenen Anstieg der Mortalitätsziffer begründet. Dieser Punkt wird in allen Untersuchungen über Verkehrsunfälle des Kraftradfahrers hervorgehoben. In einer Arbeit von BAUER, K.H. bildete der Schädel mit 46,1 % die meistverletzte Körperregion der nach Verkehrsunfällen stationär aufgenommenen Patienten. 67,2 % aller Todesfälle dieses Krankenguts beruhten auf Schädelverletzungen. Bei der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Fremdenverkehr machten zwischen 1948 und 1952 die Schädelverletzungen des Motorradfahrers auf Wegeunfällen 49,6 % aus. Dabei ging die Gesamtmortalität mit 79,2 % auf Kosten des Schädels (BAUER, K.H.). HARTMANN, H. stellte bei 1000 stationär behandelten Motorradfahrern 72,2 % Schädelverletzungen mit einer nachträglichen Mortalität von 19,4 % fest. Auch beim Mopedfahrer war der Schädel die am häufigsten verletzte Körperregion (SCHMIDT-ELMENDORFF, H.). In die gleiche Richtung weist die Beobachtung, dass die Todesfälle bei Verkehrsverletzten zu 70 % zu Lasten des Schädels gehen, während die Schädelverletzungen bei Betriebsunfällen nur in 53 % die Todesursache darstellen (KARITZKY, B. nach BAUER, K.H.; RICHTER, C.).

Des weiteren unterscheidet sich der Kraftradfahrer von den übrigen Ver-

kehrsteilnehmern in der Altersverteilung der Verunglückten. Bei den Kraftradfahrern wird die Altersgruppe zwischen dem 18. -30. Lebensjahr am häufigsten von Verletzungen betroffen (RICHTER, C.), wobei der grösste Anteil an der Mortalität den 15-20 jährigen zufällt (SEEWALD, K.). Bei den übrigen Verkehrsteilnehmern verteilt sich die Zahl der Verletzungen gleichmässiger auf alle Altersklassen.

Als generelle Ursache der hohen Verletzungsquote und der Häufigkeit der Schädel-Hirnverletzungen des Kraftradfahrers ist an dieser Stelle -ohne auf nähere Einzelheiten einzugehen- einmal seine ungeschützte Position auf der Maschine anzusehen, des weiteren die exponierte Lage des Schädels an einem Ende auf der Längsachse des menschlichen Körpers, ferner die Erfahrung, dass dieses Ende bei vielen Unfallereignissen der vorangehende Körperteil ist, und dann die relativ geringe Kraftaufwendung, die nötig ist, um eine Schädel-Hirnverletzung zu erzeugen.

B. ENTSTEHUNGSWEISE DES KRAFTRADUNFALLS UND DABEI WIRKSAME KRÄFTE

Zum Verkehrsunfall des Kraftradfahrers führt einmal ein Sturz aus verschiedenen Ursachen wie Strassenglätte, zu schnelles Fahren in Kurven, Unebenheit des Bodens, Sichtbehinderung durch Nebel, Alkoholeinfluss (SCHWEITZER, H.) etc., zum anderen eine Kollision, entweder mit einem anderen Verkehrsteilnehmer oder mit Gegenständen in oder am Rande der Fahrbahn wie Bordstein, Kilometerstein, Baum, Telegraphenmast, Brückenpfeiler etc. Dass ein Kraftrad von hinten angefahren wird, eine beim Autounfall häufige Art des Unfallhergangs, beobachtet man sehr selten, wohl wegen der geringen Breite des Kraftrads, die dem nachkommenden Fahrzeug ein Ausweichen leichter ermöglicht.

Beim Zusammenstoss ist die Schwere der Verletzung weitgehend abhängig von der Wucht des Anpralls. Sie wächst im Quadrat der Geschwindigkeit und präsentiert sich als das Produkt der halben Masse und Geschwindigkeit zum Quadrat

$\frac{m \times v^2}{2}$ (VOLLMAR, J.). Diese Formel stellt die physikalische Begründung für

die Forderung der Geschwindigkeitsbegrenzung im Strassenverkehr dar. Ihre gesetzlich festgelegte Durchführung hat in geschlossenen Ortschaften die schweren Unfälle deutlich zurückgehen lassen (BRANDT, L.). Die einzige variable Grösse in dieser Formel ist die Geschwindigkeit. Ihre regelrechte Verringerung ist

nur durch den Bremsvorgang möglich. Die dabei häufig beobachtete Tendenz des Fahrers, über den Lenker zu gehen, hat als Ursache die lose Verbindung von Fahrzeug und Fahrer, wodurch die Verzögerung des Fahrzeugs grösser wird als die des Fahrers. Denn der Fahrer ist nur bei geringen Bremskräften in der Lage durch die Muskelkraft seiner Arme und Beine gegen die Fliehkräfte die Verbindung zur Maschine aufrecht zu erhalten.

Beim Sturz unterliegt der Fahrer den Gesetzen des waagerechten bzw. schiefen Wurfs bzw. Falls. Die Schwere der auftretenden Verletzungen ist dabei abhängig von 1. der Grösse der Endgeschwindigkeit und der Grösse der Körpermasse, 2. der Grösse des Auftreffwinkels zur Strasse, 3. der Grösse der Auftrefffläche des menschlichen Körpers, 4. der Beschaffenheit der Aufschlagfläche (VOLLMAR, J.). Als typische Verletzungen für diese Art des Unfallhergangs werden Impressionsbrüche des Stirnbeins einschliesslich der Gesichtsknochen (VÖLLMAR, J.; RICHTER, C.) und frontobasale Impressionsfrakturen (RICHTER, C.) mit Verletzung des Stirnhirns beschrieben (KETZ, E.).

Im Gefolge der Kollision wird keine typische Schädel-Hirnverletzung gefunden, jedoch haben Kollisionsverletzungen eine doppelt so hohe Mortalität wie Verletzungen nach Sturz ohne Kollision (VOLLMAR, J. zitiert nach BAUER, K.H.).

Die auftretenden Schädigungen hat man sich durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung auf den Schädel entstanden zu denken. Unter die Hauptangriffspunkte der direkten Gewalteinwirkung lassen sich zählen: 1. Aufprall der vorderen Schädelpartie (Stirn-Vorderkopf), 2. Rammverletzungen (auch Einrammen des Mittelgesichts), 3. tangentielle Stossrichtungen von unten oder von der Seite her (RICHTER, C.). Die indirekte Gewalteinwirkung führt in den meisten Fällen zu einer Berstungsfraktur der Schädelbasis ausgelöst durch Fall oder Stoss auf den Hinterkopf. Immerhin lässt sich der normal erwachsene Schädel in seinem Querdurchmesser um etwa 1 cm zusammendrücken, ohne dass Bruchlinien auftreten (BEHREND, C.M.). Ist die Gewalteinwirkung nicht übergrössig, so verlaufen die Bruchlinien ausserhalb der Verstreibungen und meridional, bei grosser Gewalteinwirkung auch durch die Verstreibungen, was experimentell bestätigt werden konnte (GURDJIAN, E.S.; WEBSTER, J.E. and LISSNER, H.R.).

Für das Gehirn resultieren aus dieser Stosswirkung auf den Schädel mehrfache Möglichkeiten der Schädigung: 1. die offene Impression mit Vorquellen des Hirnbreies aus der Wunde (HARTMANN, K.), 2. die "Perkussionserschütterung" (SCHNEIDER, J. zitiert nach HALLERVORDEN, QUADBECK) mit Schädigung des Hirnstamms (WEBER, E. und SCHRADER, A.; PIA, H.W. nach DE MORSIER), 3. die direkte Wirkung an der Stosstelle (KATSCHER, A.; PIA, H.W.; STURM, A.), 4. die Wirkung durch den Contre-Coup (KATSCHER, H.; FRIEDE, R.; KRAULAND, W.; SCHNEIDER, J.; PIA, H.W.).

Die Reihenfolge der klinischen Symptomatologie lässt sich am zwanglosesten nach der Schwere der Verletzungen einordnen, wobei wir keinen Anspruch auf Vollständigkeit in der Aufzählung erheben. Die zur Differentialdiagnose der ein-

zelnen Krankheitsbilder herangezogenen Symptome sind dieselben wie die bei den durch andere Ursachen hervorgerufenen Schädel-Hirnverletzungen. Zu nennen sind: 1. Veränderungen, verursacht durch stumpfe Gewalteinwirkung auf das Gehirn ohne nachweisbare Veränderungen der Hirnstubstanz, die *Commotio cerebri*, bei deren Abgrenzung von der *Contusio cerebri* wir uns an die Tönnis'schen Richtlinien hielten (TÖNNIS, W.; BÖHLER, L.; BÜRKLE DE LA CAMP, H.; JANZEN, R.; EIDEN, A.; HEIN, W.), 2. Veränderungen, hervorgerufen durch stumpfe Gewalteinwirkung auf das Gehirn mit pathologisch-anatomischen Veränderungen: a. im Schädelbereich als Fraktur ohne Hirnquetschung mit der Komplikation der traumatischen Meningitis (UNGEHEUER, E. und WURCHE, H.), b. im Bereich der Hirnhäute als epidurales- oder subdurales Hämatom (LEMBCKE, W.; LENNARTZ, H. und TÜLLER, H.-R.), c. im Bereich der Hirnmasse als Hirnquetschung oder intracerebrale Blutung, 3. offene Hirnwunde mit Substanzverlust, 4. Kombinationsverletzungen wie gleichzeitiges Auftreten von epiduralem- und subduralem Hämatom.

C. ZIEL DER ARBEIT

Mit der vorliegenden Untersuchung soll geprüft werden, welches die häufigsten Schädel-Hirnverletzungen des Kraftradfahrers sind, und welcher Art der Zusammenhang zwischen Entstehungsweise des Unfalls und Schädel-Hirnverletzung ist.

D. BESCHREIBUNG DES KRANKENGUTES

Der Auswertung standen 174 Fälle, alle männlichen Geschlechts zur Verfügung. Bei 152 war der Unfallhergang entweder durch die Polizei, durch Augenzeugenberichte oder durch den Betroffenen selbst eindeutig geklärt. Um eine gesicherte klinische Symptomatologie zu erhalten, wurden nur stationäre Fälle berücksichtigt. Damit trat innerhalb des Krankengutes automatisch eine Verschiebung zu Gunsten der schwereren Verletzungen ein.

Das Krankengut wurde in der Neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München und in der Neurologischen Universitätsklinik München gewonnen. Die Fälle stammen aus den Jahren 11.4.1951 bis 4.11.1960.

I. SCHÄDEL-HIRNVERLETZUNG

a. Commotio- und Contusio cerebri

Die klinische Symptomatologie betrachtend ist für die sofortige und die spätere Prognose der Verletzung von erstrangiger Bedeutung, ob eine Commotio- oder Contusio cerebri vorliegt, eine mehr funktionelle Schädigung des Gehirns oder ein sicherer Substanzverlust. Bei der Abgrenzung der beiden Komplexe hielten wir uns an die von W. TÖNNIS erarbeiteten Richtlinien, nach denen eine Commotio cerebri dann anzunehmen ist, wenn sich die durch das Trauma hervorgerufenen Erscheinungen innerhalb der ersten vier Tage zurückbilden, wenn sie keine Verstärkung im Ödemstadium erfahren, d.h. vom zweiten Tage an, und wenn sie bei fortlaufender Beobachtung nicht wiedergefunden werden. Eine contusionelle Schädigung ist dann zu erwarten, wenn die pathologischen Erscheinungen durch das Hinzutreten eines Oedems, d.h. vom zweiten Tage an, manifest werden und wenn sie über Wochen und Monate nachweisbar bleiben.

Unter den 174 Fällen befanden sich 3 Patienten = 1,7 %, bei denen weder eine Commotio- noch Contusio cerebri, sondern lediglich eine Schädelprellung vorlag. Sie waren nicht bewusstlos gewesen, eine retrograde Amnesie fehlte, es traten keine Kopfschmerzen auf, kein Erbrechen oder Brechreiz, keine Kreislauf- oder Atemstörungen, keine Reflexanomalien und keine pathologischen Ausfälle von Laboruntersuchungen. 75 Patienten = 43,1 % erlitten eine Commotio cerebri und 96 Patienten = 55,2 % eine Contusio cerebri. Als häufigste contusionelle Herdsymptome fanden sich; 1. zentrale motorische Störungen mit Monoplegien, Hemiplegien und Paraplegie, 2. Geschmacks- und Geruchsstörungen, 3. Sehstörungen wie völlige Amaurose, Vernebelung des Gesichtsfeldes, vorzeitige Sehermüdung mit verändertem Farbsinn, Augenflimmern und erschwerter Hell-Dunkel Adaptation, 4. Hörstörungen wie einseitige Taubheit und Reizerscheinungen des Hörnerven, die sich als Rauschen oder Sausen äuserten, 5. Kleinhirnschädigungen mit Gleichgewichtsstörungen, 6. Sprachstörungen (Aphasien). Unberücksichtigt sind die Todesfälle geblieben. Sie wurden durch komplexere Verletzungen verursacht, z.B. durch intracerebrale Blutungen, direkte Schädigungen der Medulla oblongata, Ventrikeltamponade und generalisiertes Hirnoedem.

Der hohe Anteil von Hirncontusionen ist sicherlich als ein wesentliches Merkmal des Krafradunfalls zu deuten. Wir müssen jedoch einschränkend betonen, dass auf der neurochirurgischen und neurologischen Abteilung einer Universitätsklinik vorwiegend schwerere Schädel-Hirnverletzungen und ihre Komplikationen liegen.

TABELLE 1

Verhältnis von Commotio- und Contusio cerebri

	Fallzahl	%
Keine Hirnschädigung	3	1,7
Commotio cerebri	75	43,1
Contusio cerebri	96	55,2
	174	100,0

b. Schädelfrakturen

Als weitere Frage bei einer Schädel-Hirnverletzung taucht die nach einer Schädelfraktur auf, weil sie zur Beurteilung der Schwere der Verletzung ein wichtiger Anhaltspunkt sein kann. In unserem Krankengut befanden sich 106 = 60,9 % röntgenologisch, durch klinische Befunde mit sicherem Verdacht angenommene und durch Autopsie gesicherte Schädelfrakturen. In Wirklichkeit dürfte diese Anzahl noch höher gewesen sein. Denn es gelingt nur einen Teil der Frakturen, besonders der Basisfrakturen röntgenologisch zu erfassen. Was die grosse Zahl der Schädelfrakturen unseres Krankenguts betrifft, so gilt das oben über die Contusionen Gesagte.

TABELLE 2

Schädelfrakturen

	Fallzahl	%
mit Schädelfraktur	106	60,9
ohne Schädelfraktur	68	39,1
	174	100,0

Eine genauere Aufgliederung der Schädelfrakturen konnte wegen der teilweise sehr grossen Anzahl der Bruchlinien mit vielfachen Überschneidungen, die eine Einordnung zu umschriebenen Regionen des Schädels unmöglich machten, nicht durchgeführt werden. Wir konnten lediglich die Basisfrakturen als eine Untergruppe herausstellen. Ihre Diagnostik nahmen wir nach MIEFKA, B. vor. Man kann mit Sicherheit eine Basisfraktur annehmen, wenn entweder Liquor oder Gehirngewebe aus einer Öffnung an der Schädelbasis austritt oder Luft durch eine derartige Öffnung in das Schädelinnere eingetreten ist, die röntgenologisch nachgewiesen ist, oder die Fraktur selbst auf dem Röntgenbild eindeutig zu erkennen ist. Mit Wahrscheinlichkeit ist eine Basisfraktur anzunehmen, wenn es unmittelbar nach dem Unfall zur Blutung aus einer Öffnung des Schädels wie

Ohr oder Nase kam, keine lokalen Verletzungen feststellbar sind, die die Blutung verursachen, und wenn Hirnnerven verletzt sind, deren Verletzung durch andere sichtbare Wunden nicht erklärt werden kann. Ein unsicherer Verdacht eines Basisbruchs besteht, wenn nach dem Unfall ein Brillenhämatom auftritt.

Alle Verletzungen, für die nur der unsichere Verdacht eines Basisbruchs zu eruieren war, wurden nicht in die Aufstellung einbezogen.

In der Literatur wird für die Verkehrsunfälle der Anteil der Basisfrakturen an allen Schädelfrakturen wechselnd zwischen 50 % und 66,6 % angegeben. Unsere Ergebnisse stimmen damit überein. Die Basisfrakturen waren mit 51,9 % an der Gesamtsumme der Schädelfrakturen beteiligt. Demnach spielt für die Entstehung der Basisfraktur beim Kraffradfahrer ein gesonderter und nur bei ihm auftretender Unfallmechanismus keine Rolle.

TABELLE 3
Schädelbasisfrakturen

	Fallzahl	%
Schädelbasisfrakturen	55	51,9
übrige Schädelfrakturen	51	48,1
	106	100,0

c. Schädelfrakturen und Hirnschaden

Die stattgehabte Schädelfraktur ist kein unbedingter Hinweis dafür, dass in jedem Falle eine schwerere Hirnbeteiligung vorliegt. Jedoch zeigt sie erstens an, dass bestimmte kinetische Kräfte wirksam gewesen sind. Nach SCHNEIDER, J. ist zur Erzeugung von Schädelfrakturen beim ungeschützten Kopf durch einen flach auftreffenden Gegenstand eine kinetische Energie von 9-12 m/kg nötig; trifft ein spitzer Gegenstand den Schädel, genügen 5 m/kg. Zweitens steigt zwangsläufig die Zahl der Komplikationen, wenn die Frakturlinien bestimmte Bereiche des knöchernen Schädeldachs treffen, z.B. die Basis oder den Gesichtsschädel. Und drittens ist die Möglichkeit einer Schädigung des Hirngewebes grösser, wenn die darüber liegende und schützende Knochendecke zerstört ist. Von den 106 Schädelfrakturen hatten 30,2 % eine Commotio cerebri und 69,8 % eine Contusio cerebri im Gefolge.

TABELLE 4

Schädelfraktur und Hirnschädigung

	Fallzahl	%
Schädelfraktur mit Commotio cerebri	32	30,2
Schädelfraktur mit Contusio cerebri	74	69,8
	106	100,0

Damit erscheint uns ein deutlicher Zusammenhang zwischen Schädelfraktur und Substanzschädigung des Gehirns gegeben zu sein. Ist einmal die knöcherne Schädeldecke gesprengt, so bedarf es nur noch einer geringen zusätzlichen Kraft, um eine Hirnsubstanzschädigung zu setzen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Hirnquetschung an der Frakturstelle oder an der Gegenstossstelle als Contre-Coup entsteht.

Um eine Verzerrung des Ergebnisses durch die primär grössere Anzahl von Contusionen auszuschalten, prüften wir, wie oft einer Commotio cerebri und wie oft einer Contusio cerebri eine Schädelfraktur vorausgeht. Die Gesamtzahl der Commotionen und Contusionen wurde jeweils gleich 100 % gesetzt.

75 Commotionen waren zu 42,7 % durch eine Schädelfraktur kompliziert, bei den Contusionen waren es 77,1 %. Die Hirncontusion war demnach in 3/4 aller Fälle an eine Schädelfraktur gebunden. Die Prozentzahl dürfte bei den Commotionen im allgemeinen niedriger liegen. Es verhält sich durchaus nicht so, dass die Hälfte aller überhaupt erlittenen Commotionen durch eine Schädelfraktur belastet wird. Wir führen das zum überwiegenden Teil auf die Zusammensetzung unseres Krankenguts zurück.

TABELLE 5a und 5b

Hirnschädigung mit Schädelfraktur

	Fallzahl	%
Commotio cerebri mit Schädelfraktur	32	42,7
Commotio cerebri ohne Schädelfraktur	43	57,3
	75	100,0
	Fallzahl	%
Contusio cerebri mit Schädelfraktur	74	77,1
Contusio cerebri ohne Schädelfraktur	22	22,9
	96	100,0

Auf den Anteil der Schädigungen durch den Contre-Coup konnten wir wegen des geringen Sektionsgutes nicht eingehen.

d. Schädelfraktur und ihre Komplikationen

Weiterhin liegt die Bedeutung der Schädelfraktur in den durch sie direkt oder indirekt verursachten und in den mit ihr vergesellschafteten Komplikationen. Über sie ist ähnliches zu sagen wie über die *Commotio*- und *Contusio cerebri*, dass die Möglichkeit des Auftretens einer solchen Komplikation bei Verletzung des knöchernen Schädelanteils grösser ist als beim Intaktbleiben seiner knöchernen Anteile. Folgende Komplikationen eines Schädel-Hirntraumas traten innerhalb unseres Krankengutes auf: Epidurales Hämatom, subdurales Hämatom, Subarachnoidalblutung, intracerebrales Hämatom, Kopfschwartenhämatom, Meningitis, Osteomyelitis der Schädelknochen, arterio-venöses Aneurysma, Liquorfistel und Kombinationsverletzung, wobei zwei der genannten Komplikationen gleichzeitig zu finden waren.

Bei den infektiösen Erkrankungen wie Meningitis, Osteomyelitis der Schädelknochen und Hirnabszess ist ein indirekter ursächlicher Zusammenhang zwischen Schädelfraktur und Infektion insofern gegeben, als die pathogenen Keime durch die traumatisch bedingte Lücke innerhalb des knöchernen Schädels in sein Inneres vordringen können oder sogar gleichzeitig mit der Frakturierung hineingebracht werden. Am häufigsten gelangt die rhinogene Form der Meningitis zur Ausbildung. SEIFERT hat als bevorzugte Überleitungsstellen erstens die Frakturierung des Siebbeins, zweitens die der Keilbeinhöhle und drittens die der Stirnhöhlen angeführt. Die seltenere otogene Form wird vorzugsweise durch Brüche verursacht, die durch das tegmen tympani, seltener durch den Warzenfortsatz und die hintere Schädelgrube bis in den Gehörgang reichen. Hirnabszess und Osteomyelitis der Schädelknochen werden seltener beobachtet.

Das subdurale Hämatom, das vorzugsweise bei der Rupturierung von Brückenvenen zwischen Hirnoberfläche und den Blutleitern der harten Hirnhaut entsteht, wird in der Mehrzahl der Fälle, ebenso wie die traumatisch bedingte Subarachnoidalblutung, ohne Schädelfraktur angetroffen. Die intracerebrale Blutung findet man dagegen fast ausschliesslich bei sehr schweren Traumen, bei denen die Schädelknochen mit frakturiert sind.

Die epidurale Blutung entsteht meistens dann, wenn die Frakturlinien den Verlauf der Arteria meningica media oder ihrer Äste kreuzen, ist demnach in diesen Fällen direkt durch die Fraktur bedingt. Ein weiterer Entstehungsmodus geht auf die Verletzung cerebraler Arterien und beim venösen epiduralen Hämatom auf die Eröffnung der venösen Sinus, der Brückenvenen beim Durchtritt durch den Epiduralraum und der Diploevenen bei gleichzeitiger Läsion der Dura zurück. In diesen Fällen liegt nur eine mittelbare Abhängigkeit der Entstehungsweise von der Schädelfraktur vor.

Die innerhalb des Schädels lokalisierten arterio-venösen Aneurysmen und die Liquorfisteln werden gewöhnlich als mit Schädelfrakturen vergesellschaftet beschrieben.

In unserer Aufstellung der Komplikationen der Schädelfraktur ergaben sich fol-

gende Werte (an zweiter Stelle werden die Fälle ohne Schädelfraktur genannt): Meningitis 2,8 % gegen 0 %, Osteomyelitis der Schädelknochen 0,9 % gegen 0 %, Hirnabszess ein Fall, der unter den Kombinationsverletzungen erscheint und nach Schädelfraktur auftrat, epidurales Hämatom 3,8 % gegen 0 %, intracerebrales Hämatom 1,9 % gegen 0 %, Subarachnoidalblutung zwei Fälle, die unter den Kombinationsverletzungen erscheinen und nach Schädelfraktur auftraten, arterio-venöse Aneurysmen 3,8 % gegen 0 %, Kopfschartenhämatom 0,9 % gegen 0 %, Liquorfistel 1,9 % gegen 0 % und Kombinationsverletzungen 2,8 % gegen 0 %. Nur die subduralen Hämatome wurden bei den Fällen ohne Schädelfraktur häufiger beobachtet, nämlich zu 8,8 % gegenüber 3,8 %. Die Summe aller Komplikationen machte 22,6 % gegen 8,8 % aus, bezogen auf das gesamte Krankengut 17,2 %.

Unsere Ergebnisse stehen demnach mit der Literatur in Einklang. Auch an dieser Stelle wird die Bedeutung der stattgehabten Schädelfraktur für die Prognose des Schädel-Hirntraumas ersichtlich. Ihr sicherer Nachweis sollte zu besonderer Vorsicht Anlass geben. Denn die in ihrem Gefolge auftretenden Schäden sind wesentlich häufiger und von ernsterer Natur als bei allen anderen Skelettfrakturen.

TABELLE 6a

Die Komplikationen der Schädelfraktur

a. bezogen auf 106 = 100 % Schädelfrakturen

	Fallzahl	%
Epidurales Hämatom	4	3,8
Subdurales Hämatom	4	3,8
Subarachnoidalblutung	-	-
Intracerebrales Hämatom	2	1,9
Kopfschwartenhämatom	1	0,9
Meningitis	3	2,8
Osteomyelitis der Schädelknochen	1	0,9
Hirnabszess	-	-
Arterio-venöses Aneurysma	4	3,8
Liquorfistel	2	1,9
Kombinationsverletzung	3	2,8
	24	22,6

TABELLE 6b

Die Komplikationen der Schädelfraktur

b. bezogen auf 68 = 100 % ohne Schädelfraktur

	Fallzahl	%
Epidurales Hämatom	-	-
Subdurales Hämatom	6	8,8
Subarachnoidalblutung	-	-
Intracerebrales Hämatom	-	-
Kopfschwartenhämatom	-	-
Meningitis	-	-
Osteomyelitis der Schädelknochen	-	-
Hirnabszess	-	-
Arterio-venöses Aneurysma	-	-
Liquorfistel	-	-
Kombinationsverletzung	-	-
	6	8,8

e. Schädel-Hirnverletzung und Skelettfraktur

Für die Art der Behandlung, die Behandlungsdauer und die Prognose der Schädel-Hirnverletzung quoad sanationem et vitam ist es von Wichtigkeit, ob beim Unfall noch eine oder gar mehrere Frakturen des Skeletts aufgetreten sind. Meistens erschöpft sich die die Fraktur erzeugende Energie an der Stelle der Fraktur, besonders wenn der Körper auf Spitze Gegenstände trifft. Indem aber der Körper des Kraftradfahrers beim Auftreffen auf einen Widerstand nach mehreren Seiten gedrängt werden kann, im Gegensatz zum Autofahrer, sind neue Ansatzpunkte für Verletzungen erzeugende Kräfte gegeben. So unterscheidet VOLLMAR, J. beim Sturz zwischen primären Anprallverletzungen und sekundären Aufschlagverletzungen.

In unserem Krankengut hatten sich rund 1/4 der Schädel-Hirnverletzten noch zusätzlich eine oder mehrere Frakturen des Skeletts zugezogen.

TABELLE 7

Skelettfraktur beim Schädel-Hirnverletzten

	Fallzahl	%
mit Skelettfraktur	46	26,4
ohne Skelettfraktur	128	73,6
	174	100,0

Unter die Frakturen wurden auch die Lähmungen des Plexus brachialis wegen der einer Fraktur ebenbürtigen Schwere dieser Verletzung aufgenommen. Die Frakturen verteilten sich auf die einzelnen Körperregionen wie folgt: Der Brustkorb war mit 32,6 % weitaus am häufigsten von Frakturen betroffen. Dabei hielten sich die Rippenbrüche und Schlüsselbeinbrüche in ihrer Anzahl die Waage. Ebenfalls waren die linke und rechte Körperseite in gleicher Weise und Häufigkeit in Mitleidenschaft gezogen. Die relativ grosse Anzahl der Brustkorbfrakturen ist einmal ein Charakteristikum des Kraftradunfalls überhaupt. So waren fast alle Schlüsselbeinbrüche auf einen Sturz auf die ausgestreckten Hände zurückzuführen. Zum anderen ist der Thorax wegen seiner Nähe zum Schädel mehr als die anderen Körperregionen Kräften ausgesetzt, die eine Schädel-Hirnverletzung machen. An zweiter Stelle folgten bereits die Kombinationsverletzungen mit 19,6 %, was durch den oben geschilderten Verletzungsmechanismus bedingt ist, und uns typisch erscheint. Es wurde ausschliesslich die Kombination von zwei oder mehr Extremitätenfrakturen beobachtet. Eine nähere Beziehung zur Schädel-Hirnverletzung liess sich nicht finden. Die Zahl der Commotionen und Contusionen verteilte sich zu gleichen Teilen auf die Kombinationsverletzungen. Ebenso verhielt es sich mit den Schädelfrakturen. Am dritthäufigsten stellten sich die obere und untere Extremität mit je 15,2 % von einer Fraktur betroffen dar. Linke und rechte Gliedmassen waren gleich häufig frakturiert. Wegen der geringen Anzahl der Frakturen konnte eine prozentuale Aufgliederung der einzelnen Extremitätenknochen nicht vorgenommen werden. Seltener wurden die Wirbelsäule mit 8,7 % und das Becken mit 2,2 % verletzt. Ein stumpfes oder perforierendes Bauchtrauma war nicht zu verzeichnen.

Als eine recht häufige Verletzung erwies sich die teilweise oder vollkommene Lähmung des Plexus brachialis mit 6,5 %, die einen noch höheren Anteil ausgeht hätte, wenn wir die Gruppe der Kombinationsfrakturen nach Einzelschädigungen aufgliedert hätten. Unter den 9 kombinierten Frakturen befanden sich vier weitere Lähmungen des Plexus brachialis. Auch bei den Plexusschädigungen konnte kein Unterschied zwischen rechts und links gefunden werden. Erb'scher, Klumpke'scher und totaler Lähmungstyp waren in gleicher Weise vorhanden.

TABELLE 8

Verteilung der Skelettfrakturen auf die Körperregionen

	Fallzahl	%
Obere Extremität	7	15,2
Plexusschädigungen	3	6,5
Brustkorb	15	32,6
Bauch	-	-
Becken	1	2,2
Untere Extremität	7	15,2
Wirbelsäule	4	8,7
Kombinationsfraktur	9	19,6
	46	100,0

Damit wird bestätigt, dass der Kraftradfahrer besonders häufig von Mehrfachverletzungen betroffen ist. Eine gewisse Einschränkung erfuhr dieses Ergebnis, als wir die Beziehung von Schädelfraktur und Sklettfraktur untersuchten. Denn der Anteil der Skelettfrakturen betrug bei den Schädelfrakturen 18,9 % und lag somit unter ihrem Anteil von 26,4 % bei allen Schädel-Hirnverletzungen und weit unter ihrem Anteil von 38,2 % bei den Schädel-Hirnverletzungen ohne Schädelfraktur. Hieraus lässt sich ablesen, dass auch beim Kraftradunfall die eine Verletzung verursachende Energie vorwiegend an einer Stelle des Körpers mit ihrer Hauptkraft wirksam wird, indem sie dort eine Fraktur setzt und sich dabei erschöpft. Es darf dabei aber nicht ausser acht gelassen werden, dass eine Commotio- oder Contusio cerebri eine wesentlich schwerwiegendere Schädigung darstellt als etwa eine Prellung des Ellenbogen- oder Kniegelenks, so dass wir wieder auf den hohen Anteil von 25 % Skelettfrakturen bei allen Schädel-Hirnverletzungen zurückkommen.

TABELLE 9a und 9b

Schädelfraktur und Skelettfraktur

	Fallzahl	%
Schädelfraktur mit Skelettfraktur	20	18,9
Schädelfraktur ohne Skelettfraktur	86	81,1
	106	100,0

	Fallzahl	%
ohne Schädelfraktur mit Skelettfraktur	26	38,2
ohne Schädelfraktur ohne Skelettfraktur	42	61,8
	68	100,0

f. Altersverteilung des Krankengutes

Die Aufteilung der Unfälle in einzelne Altersgruppen kann uns wertvolle Aufschlüsse über die soziale Bedeutung des Verkehrsunfalls des Kraftradfahrers geben. Es wird immer wieder betont, dass gerade der Kraftradunfall die jüngeren Altersklassen heimsucht. Auch wir konnten das bestätigen.

Über die Hälfte unserer Patienten gehörte den drei ersten Altersgruppen zwischen 15 und 30 Jahren an, während die 31-65 jährigen noch nicht einmal zur Hälfte an den Unfällen beteiligt waren. Betrachtete man die Altersklassen für sich, so war mit fortschreitendem Alter ein mehr oder weniger lieneares Abnehmen der Unfallquote festzustellen. Der einzige grössere Sprung lag zwischen den 21-25 jährigen und den 26-30 jährigen von 21,3 % auf 12,6 %.

Es sind viele Gründe für die Häufung der Unfälle bei den jugendlichen und den gerade erwachsenen Kraftradfahrern angegeben worden. Ihre Richtigkeit kann hier weder abgelehnt noch bestätigt werden. Einmal wird die Tatsache angeführt, dass mehr Jugendliche als Erwachsene Kraftrad fahren, sowohl aus finanziellen als auch aus temperamentsmässigen Gründen. Zweitens soll der Erwachsene vorsichtiger fahren als der Jugendliche und seltener in einen Unfall verwickelt werden. Von der Gegenseite wird dieser Punkt mit dem Argument der verlangsamten Reaktionsgeschwindigkeit im fortschreitenden Alter beantwortet. Fest steht, dass ein in jungen Jahren verunglückter Mensch im Falle einer Teil- oder Vollinvalidität für sich selbst, seine Familie und den Staat eine grosse finanzielle und moralische Belastung darstellt.

TABELLE 10

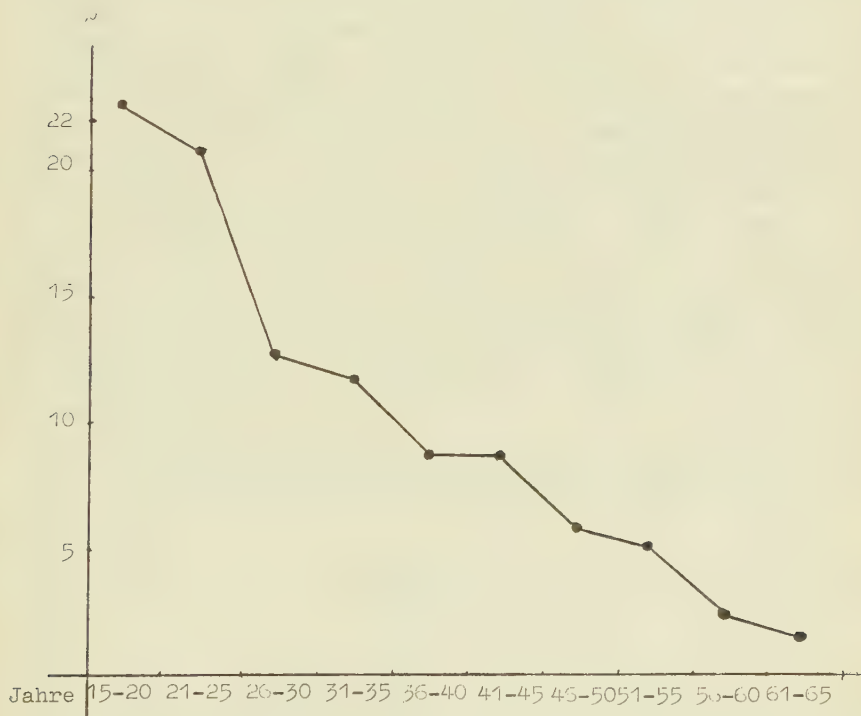
Altersverteilung

	Fallzahl	%
15-20 Jahre	39	22,4
21-25 Jahre	37	21,4
26-30 Jahre	22	12,6
31-35 Jahre	20	11,5
36-40 Jahre	15	8,6
41-45 Jahre	15	8,6
46-50 Jahre	10	5,7
51-55 Jahre	9	5,2
56-60 Jahre	4	2,3
61-65 Jahre	3	1,7
66-70 Jahre	-	-
71-75 Jahre	-	-
	174	100,0

Auf das Problem des Sturzhelms konnten wir nicht eingehen. In unserem Krankengut befanden sich nur sechs Personen, die während des Unfalls einen Sturzhelm trugen. Dabei hatten zwei eine Hirncontusion erlitten.

TABELLE 11

Kurve der Altersverteilung



g. Mortalität

Die nachträgliche Mortalität unseres Krankenguts betrug 10,2 %. Davon hatten 94,2 % eine Schädelfraktur erlitten, was erneut die Abhängigkeit von Schädelfraktur und Schädel-Hirnverletzung vor Augen führt. Die häufigste Todesursache war ein Versagen der zentralen vegetativen Zentren durch direkte Schädigung. Im Einzelfall fanden sich Aspirationspneumonie und Bruch des Atlas und Epistropheus mit Lähmung der Medulla oblongata. Die pathologisch-anatomischen Präparate zeigten als Korrelat Hirncontusion mit Hirnschwellung,

intracerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung, epi- und subdurales Hämatom und Ventrikeltamponade. ZÜLCH, K.J. nennt noch Korkzerreissungen, besonders am Balken, und Markblutungen bei indirekter Gewalteinwirkung. Zur Kasuistik sei ein Fall mitgeteilt:

Günther, M. geboren am 30.8.1938. rammte am 27.9.1960 im Stadtverkehr mit seinem Motorroller einen Volkswagen-Bully, der die Vorfahrt nicht beachtet hatte. Bei der Aufnahme war er tief bewusstlos, die Pupillen waren eng und reaktionslos. An allen Extremitäten bestanden spastische Krämpfe. Am Schädel fand sich eine 6 cm lange Platzwunde rechts parietal. Am 29.9.1960 kam er unter den Zeichen eines zentralen Kreislaufversagens ad exitum. Bei der Sektion fand man: Multiple Blutungsherde in Rinde und Marklager des linken Frontal- und Parietallappens mit Durchbruch nach der Oberfläche in Höhe des Frontalpoles und Ventrikeleinbruch im vorderen Anteil des Parietalhirns, Ventrikeltamponade der Seitenventrikel und des III. Ventrikels. Multiple Blutungen in Rinde und Marklager des hinteren Parietallappens links und in den basalen Abschnitten beider Temporallappen. Ausgedehnte Rindenkontusionsherde an der Basis beider Frontal- und Temporallappen. Flächenhafte Subarachnoidalblutung über der Konvexität beider Frontal- und Parietallappen und über der Basis der Frontal- und Temporallappen. Flächenhaftes subdurales Hamatom über beiden Grosshirnhemisphären und an der Basis der Frontallappen. Hirnswellung. Eine Schädel-fraktur konnte nicht gefunden werden. Herr Günther, M. hatte keinen Sturzhelm getragen.

Dieses Sektionsprotokoll verdeutlicht zur Genüge, welches Ausmass eine Schädel-Hirnverletzung nach einem Kraffradunfall annehmen kann.

II. UNFALLHERGANG

a. Arten des Unfallhergangs

In 152 Fällen unseres Krankengutes gelang es uns, eine Klärung des Unfallhergangs und der möglichen Entstehungsweise der Schädel-Hirnverletzung herbeizuführen. Wir stützten uns bei den Untersuchungen auf Fragebogen, in denen das Unfallereignis vom Patienten beschrieben werden sollte, und die in mehr als der Hälfte der Fälle zufriedenstellend beantwortet wurden, und auf die Krankengeschichte. Teilweise standen uns Protokolle der Polizei mit Augenzeugenberichten zur Verfügung. Eine geringe Anzahl der Patienten suchten wir selber auf.

Vier verschiedene Arten des Unfallhergangs konnten wir rekonstruieren: 1. den Sturz, bei dem der Kraffradfahrer infolge von Strassenglätte, einer Unebenheit des Bodens, Unachtsamkeit etc. auf seinem Fahrzeug das Gleichgewicht verliert und zu Fall kommt. Dabei schlittert er über die Strasse, indem er mehr oder we-

niger die Verbindung zu seinem Fahrzeug behält. Solange er mit seinem Körper eine mehr tangential Richtung zur Strasse einnimmt, werden die Verletzungen leichteren Grades sein. Das gilt auch für die Schädel-Hirnverletzungen. Infolge der im Verhältnis zum Zusammenstoss langsamen Abbremsung seines Körpers sind die in einer bestimmten Zeiteinheit wirksamen und eine Verletzung erzeugenden Kräfte nicht so gross wie bei einer Kollision. Stösst er bei seinem Sturz an ein im Wege befindliches Hindernis wie Bordstein, Markierungspfahl etc., dann tritt zu der durch den Sturz bedingten Verletzung noch eine durch den Anprall an dieses Hindernis hervorgerufene hinzu. Wir zählten auch diesen Verletzungsmechanismus zu den Sturzverletzungen.

2. das Auffahren auf einen in oder am Rande der Fahrbahn befindlichen unbewegten Gegenstand z.B. Baum, Telegraphenmast, Brückenpfeiler, stehendes Fahrzeug etc., wobei der Fahrer ebenfalls die Verbindung zu seiner Maschine mehr oder weniger behält. Es kommt nach dem Aufprall in jedem Falle zum Sturz. Im Gegensatz zum Sturz geht in der Regel die durch den Anprall hervorgerufene Verletzung der eventuellen Sturzverletzung voraus. Beim Sturz verhält es sich umgekehrt. Meistens verbraucht sich die wirksame kinetische Energie mit dem Aufprall, so dass der folgende Sturz mehr ein Hinstürzen ist und keine schwereren Verletzungen macht. Die beim Auffahren entstehenden Verletzungen sind im wesentlichen von der Geschwindigkeit abhängig, während bei der Sturzverletzung noch andere Faktoren wie Auftreffwinkel zur Strasse und Strassenbeschaffenheit eine Rolle spielen.

3. der Zusammenstoss mit einem anderen in Bewegung befindlichen Fahrzeug. Dieser Unfallhergang birgt die grösste Gefährdung für Gesundheit und Leben des Kraftradfahrers in sich. Denn durch das entgegenkommende Fahrzeug findet eine Summation der Geschwindigkeiten und damit auch der eine Verletzung verursachenden Kräfte statt. Dadurch unterscheidet sich diese Art des Unfallhergangs wesentlich vom Auffahren. Wir rechnen zu den Kollisionen nicht nur das frontale Zusammentreffen von Kraftrad und anderem in Bewegung befindlichen Fahrzeug, sondern auch seitliches Anfahren und Angefahrenwerden.

4. das über-den-Lenker-Gehen. Hierbei verliert der Fahrer die Verbindung zu seiner Maschine vollständig. Es wird beim plötzlichen Abbremsen des Kraftrads beobachtet, einmal beabsichtigt durch den Fahrer herbeigeführt, um einer drohenden Kollision zu entgehen, zum anderen unbeabsichtigt bei Zusammenstössen mit anderen Fahrzeugen oder auch beim Auffahren auf einen in der Fahrbahn befindlichen Gegenstand oder auch beim Sturz. Bei jedem Bremsvorgang hat der Fahrer die Tendenz, über den Lenker zu gehen, weil keine starre Verbindung zwischen ihm und der Maschine besteht. Die Bremskräfte können sich also nur über den Weg seiner die Maschine festhaltenden Arme und Beine auf seinen Körper auswirken. Reichen die Muskelkräfte, wie es bei plötzlichen Bremsvorgängen der Fall ist, nicht aus, so fliegt der Fahrer mit dem Kopf voraus über den Lenker des Kraftrads. Die Verletzungen, die er sich dabei zuzieht, sind abhän-

gig von der Geschwindigkeit, mit der er von der Maschine geschleudert wird, von der Beschaffenheit der Aufschlagstelle und von ihrer Entfernung zum Ort des Unfallereignisses. Diese Art des Unfallhergangs ist nur beim Kraftradfahrer anzutreffen.

Innerhalb unseres Krankengutes hatten die Kraftradfahrer folgenden Anteil an den verschiedenen Arten des Unfallhergangs: Am häufigsten kamen sie durch einen Sturz mit 35,5 % zu Schaden. Es folgte der Zusammenstoss mit einem anderen in Bewegung befindlichen Fahrzeug mit 29,6 %. An dritter Stelle stand das Auffahren auf einen in oder am Rande der Fahrbahn befindlichen unbewegten Gegenstand mit 19,7 %. Das über-den-Lenker-Gehen nach Zusammenstoss oder Auffahren machte 15,2 % aus.

TABELLE 12

Verteilung der Arten des Unfallhergangs

	Fallzahl	%
Sturz	54	35,5
Auffahren	30	19,7
Zusammenstoss	45	29,6
Über-den-Lenker-Gehen	23	15,2
	152	100,0

Auffällig war, dass der Zusammenstoss und das Auffahren beinahe zur Hälfte an den Arten des Unfallhergangs beteiligt waren. Bekanntlich sind sie die Arten des Unfallhergangs, die die schwersten Verletzungen zur Folge haben.

b. Unfallhergang und Schädel-Hirnverletzung

Auch die Schädel-Hirnverletzungen unseres Krankengutes standen in Abhängigkeit zur Art des Unfallhergangs. So gab es die grösste Anzahl von Hirncontusionen mit 66,7 % nach dem Auffahren, die kleinste mit 50,0 % nach Sturz. Dazwischen lagen der Zusammenstoss mit 60,0 % und das über-den-Lenker-Gehen mit 52,2 %.

Dass die Zusammenstösse nicht die Gruppe mit dem grössten Anteil von Hirncontusionen bildeten, führen wir darauf zurück, dass sie meistens in geschlossenen Ortschaften stattfanden. Somit dürfte die Geschwindigkeit eines oder auch beider Verkehrsteilnehmer geringer gewesen sein als etwa beim Auffahren auf einen Baum oder Brückenpfeiler auf offener Strasse.

Das Ergebnis des über-den-Lenker-Gehens, das fast an das des Sturzes herankommt, zeigt, dass es für den Fahrer beim Zusammenstoss oder Auffahren sehr oft günstiger ist, die Verbindung zur Maschine aufzugeben.

TABELLE 13

Unfallhergang und Schädel-Hirnverletzung

	Commotio c.	Contusio c.	Summe
Sturz	25 = 46,3 %	27 = 50,0 %	52 = 96,3 %
Auffahren	10 = 33,3 %	20 = 66,7 %	30 = 100,0 %
Zusammenstoss	18 = 40,0 %	27 = 60,0 %	45 = 100,0 %
Über-den-Lenker-Gehen	10 = 43,5 %	12 = 52,2 %	22 = 95,7 %

Beim Sturz waren zwei, beim über-den-Lenker-Gehen ein Fall zu verzeichnen, die keine Hirnschädigung, sondern nur eine Schädelprellung erlitten hatten.

Ihre Prozentzahlen sind in der Tabelle 13 in Abzug gebracht worden.

In Tabelle 13 wurde aus Gründen der Übersicht für cerebrum ausnahmsweise die Abkürzung c. gebraucht.

c. Unfallhergang und Schädelfraktur

Eine Bestätigung der im vorigen Kapitel erhaltenen Ergebnisse erfuhren wir, als wir die Beziehung von Unfallhergang und Schädelfraktur untersuchten. Den grössten Anteil an den Schädelfrakturen hatte mit 76,7 % das Auffahren, es folgten mit 57,8 % der Zusammenstoss und mit 55,6 % der Sturz. Den geringsten Anteil nahm das über-den-Lenker-Gehen mit 47,8 % ein. Diese Zahlen unterstreichen noch einmal die Bedeutung des Zusammenstosses und des Auffahrens für die Entstehung einer schweren Schädel-Hirnverletzung.

Allerdings hat das Ergebnis der Schädelfrakturen keine Beweiskraft aus sich selbst heraus. In Tabelle 4 hatten wir gesehen, dass die Hirncontusionen in ihrer Mehrzahl mit Schädelfrakturen vergesellschaftet sind. Erwartungsgemäss hatte dann auch das Auffahren, das am meisten von Hirncontusionen belastet war, den grössten Anteil an den Schädelfrakturen.

Die 47,8 % Schädelfrakturen des über-den-Lenker-Gehens, die im Vergleich zur Anzahl der Contusionen bei diesem Unfallhergang einen zu niedrigen Wert ausmachten, konnten wegen ihrer geringen Anzahl nicht interpretiert werden.

TABELLE 14

Unfallhergang und Schädelfraktur

	mit Schädelfraktur	ohne Schädelfraktur
Sturz	30 = 55,6 %	24 = 44,6 %
Auffahren	23 = 76,7 %	7 = 23,3 %
Zusammenstoss	26 = 57,8 %	19 = 42,2 %
Über-den-Lenker-Gehen	11 = 47,8 %	12 = 52,2 %

d. Unfallhergang und Skelettfraktur

Es liess sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Unfallhergang und Skelettfraktur des schädel-hirnverletzten Kraftradfahrers ablesen. Die Skelettfrakturen verteilten sich zu fast gleichen Anteilen auf die vier Arten des Unfallhergangs. Jedoch lagen der Zusammenstoss und das Auffahren, wenn auch nur geringfügig, vor den beiden anderen Arten des Unfallhergangs.

TABELLE 15

Skelettfraktur des schädel-hirnverletzten Kraftradfahrers und Unfallhergang

	Fallzahl	%
Sturz	12	22,2
Auffahren	9	30,0
Zusammenstoss	15	33,3
Über-den-Lenker-Gehen	6	26,1

e. Unfallhergang und Mortalität

Bemerkenswert war, dass die zwölf Todesfälle unter unserem Krankengut, bei fünf weiteren konnte der Unfallhergang nicht geklärt werden, nicht in einem einzigen Falle durch Sturz verursacht wurden. Sie verteilten sich gleichmässig auf die drei anderen Arten des Unfallhergangs.

F. ZUSAMMENFASSUNG

An Hand von 174 stationär behandelten Fällen wurden die häufigsten Schädel-Hirnverletzungen des Kraftradfahrers untersucht. Bei 152 Fällen wurde der Zusammenhang von Unfallhergang und Schädel-Hirnverletzung geprüft. Im einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Die Zahl der Hirncontusionen ist mit 55,2 % grösser als die Zahl der Hirnerschütterungen mit 43,1 %.
2. Die Schädelfrakturen machen 60,9 % der Fälle aus.
3. Die Schädelbasisfrakturen sind an den Schädelfrakturen mit 51,9 % beteiligt.
4. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Schädelfraktur und Hirnschaden. Eine Hirncontusion findet sich mit Schädelfraktur in 77,1 % der Fälle,

- ohne Schädelfraktur in 22,9 % der Fälle.
5. Die der Schädelfraktur eigenen Komplikationen wie epidurales Hämatom, Meningitis etc. sind in 22,6 % der Fälle vorhanden.
 6. 1/4 der Schädel-Hirnverletzten haben zusätzlich eine Skelettfraktur erlitten. 1/5 dieser Frakturen sind Kombinationsfrakturen.
 7. Bei den Schädelfrakturen ist die Zahl der Skelettfrakturen mit 18,9 % um mehr als die Hälfte kleiner als bei den Verletzungen ohne Schädelfraktur mit 38,2 %.
 8. 43,8 % der schädel-hirnverletzten Kraftradfahrer werden von den 15-25 jährigen gestellt.
 9. Die nachträgliche Mortalität beträgt 10,2 %.
 10. Es gibt vier Arten des Unfallhergangs, den Sturz, das Auffahren, den Zusammenstoß und das über-den-Lenker-Gehen. Das Letztere ist die für den Kraftradfahrer typische Art des Unfallhergangs.
 11. Die häufigste Art des Unfallhergangs ist der Sturz mit 35,5 %.
 12. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Unfallhergang und Schädel-Hirnverletzung. Das Auffahren und der Zusammenstoß sind mit 66,7 % und 60,0 % am meisten mit Hirncontusionen belastet.
 13. Das gleiche gilt für die Schädelfrakturen. Das Auffahren hat 76,7 %, der Zusammenstoß 57,8 % Schädelfrakturen im Gefolge.
 14. Das über-den-Lenker-Gehen ist weniger von schweren Schädel-Hirntraumen belastet als der Zusammenstoß oder das Auffahren.
 15. Zwischen Unfallhergang und Skelettfraktur lässt sich keine Beziehung nachweisen.
 16. Keiner der Todesfälle ist durch einen Sturz verursacht.

G. LITERATURVERZEICHNIS

- Bader, H. und Klotz, E.
Die tödlichen Unfälle einer Grosstadtklinik.
Mschr.Unfallh.59, 329 (1956)
- Bauer, K.H. Grundsätzliches zur Frage der Unfallheilkunde.
Langenbecks Arch.klin.Chir.276, 280 (1953)
- Bauer, K.H. Über Verkehrsunfälle aus der Sicht des Chirurgen.
Langenbecks Arch.klin.Chir.279, 141 (1954)
- Behrend, C.M. Schädel-Hirn-Basisverletzungen.
Mschr.Unfallh., Beiheft 48, 23 (1955)
- Böhler, L. Behandlung und Begutachtung der Gehirnerschütterung.
Langenbecks Arch.klin.Chir.279, 180 (1954)
- Brandt, L. Geschwindigkeitsbegrenzung und Entwicklung der Strassenverkehrs-
unfälle.
Int.Arch.Verkehrswesen 10, referiert in Zbl.Verkehrs-Med.
4, 167 (1958)
- Bürkle de la Camp, H.
Erfahrungen bei frischen traumatischen Hirnschädigungen.
Archiv klin.Chir.270, 392 (1951)
- Carstensen, E. Eine Unfallstatistik aus der Chirurgischen Universitätsklinik
Hamburg-Eppendorf.
Mschr.Unfallh.59, 65 (1956)
- Eiden, A. Zur Pathophysiologie und Therapie der Commotio cerebri.
Zbl.Chir.82, 483 (1957)
- Friede, R. Die Genese der sog. Contre-Coup Verletzungen.
Zbl.Neurochir.15, 73 (1955)
- Gurdjian, E.S., Webster, J.E. and Lissner, H.R.
Mechanism of cranium fractures.
Radiology 54, 313 (1950)
- Hartmann, H. Gedeckte und offene Schädel- bzw. Hirnverletzungen.
Mschr.Unfallh., Beiheft 42, 217 (1950)
- Hartmann, H. Das Schicksal von 1000 verunglückten und stationär behandel-
ten Motorradfahrern.
Arch.klin.Chir.282, 43 (1955)

- Hein, W. Betrachtungen an Hand von 1000 Kopfverletzten.
Mschr. Unfallh. 59, 283 (1956)
- Hosse, H. Der Anteil der Zweiräder am Unfallgeschehen (Fahrräder).
Polizei-Technik-Verkehr 4, 223 (1958) zitiert nach Zbl. Ver-
kehrs-Med. 4, 239 (1958)
- Janzen, R. Klinische Erfahrungen bei Gehirnverletzungen.
Nervenarzt 20, 416 (1949)
- Jorns, G. Über die Häufigkeit der Unfallverletzungen, insbesondere der
Verkehrsunfälle.
Münch. med. Wschr. 79, 68 (1932)
- Karitzky, B. Schädelverletzungen.
Dtsch. med. J. 6, 409 (1955)
- Katscher, H. Über Hirnbeteiligung bei Gesichtsschädelverletzungen.
Mschr. Unfallh. 58, 237 (1955)
- Ketz, E. Hirndauerschäden nach Strassenverkehrsunfällen.
Schweiz. Med. Wschr. 91, 270 (1961)
- Krauland, W. Über Hirnschäden durch stumpfe Gewalt.
Dtsch. Zschr. Nervenhe. 163, 265 (1950)
- Lembcke, W. Von den stumpfen Hirnverletzungen.
Chir. 20, 327 (1949)
- Lennartz, H. und Müller, H. -R.
Die Klinik der subduralen Hämatome.
Chir. 27, 385 (1956)
- Miefka, P. Zur Unfallbegutachtung der Schädelbasisfrakturen.
Wien. med. Wschr. 45, 844 (1953)
- Miefka, P. und Scherzer, E.
Die Bewusstseinsstörung bei der Hirnverletzung.
Wien. med. Wschr. 111, 403 (1961)
- Pia, H. W. Klinik und Behandlung der schweren gedeckten Hirnverletzung.
Arch. klin. Chir. 280, 623 (1955)
- Richter, C. Schädelfrakturen und ihre Auswirkungen bei 100 Motorradun-
fällen.
Chir. 31, 416 (1960)

Schmidt-Elmendorff, H.

Über Mopedunfälle.

M Schr. Unfallh. 64, 270 (1961)

Schneider, J. Über die physikalische Analyse und Erklärung der Contrecoup-
verletzung des Hirns.

Klin. Wschr. 26, 43 (1948)

Schweitzer, H. Ursachen tödlicher Verkehrsunfälle.

M Schr. Unfallh. 57, 239 (1954)

Seewald, K. Auswertung der Todesfälle im Unfallkrankenhaus Linz, 1951-
1953.

M Schr. Unfallh. 58, 263 (1955)

Sturm, A. Spätfolgen der Hirnverletzung.

Med. Welt. 14, 699 (1961)

Tönnis, W. Die Behandlung der frischen gedeckten Hirnverletzung im Hin-
blick auf die Verhütung der Hirnleistungsschwäche.

Nervenarzt 19, 201 (1948)

Ungeheuer, E. und Wurche, H.

Die Schädelbasisfraktur und die traumatische Meningitis.

Chir. 31, 413 (1960)

Vollmar, J. Die typischen Verletzungen des Auto- und Motorradfahrers.

Arch. klin. Chir. 286, (2), 54 (1957)

Weber, E. und Schrader, A.

Zum Problem der commotio cerebri.

Med. Mschr. 10, 295 (1956)

Zülch, K.J. Anatomische Befunde bei gedeckten Hirnverletzungen.

M Schr. Unfallh., Beiheft 42, 213 (1951)

LEBENS LAUF

Am 19. Aug. 1938 wurde ich in Heidekrug/Ostpr. als Sohn des Arztes Dr. med. Alfred Boettcher und seiner Ehefrau Ludmilla, geb. Petrowski, geboren. Nach der Flucht besuchte ich 9 Jahre das Humanistische Gymnasium in Bielefeld. Anschliessend studierte ich 11 Semester Medizin in München. Während der folgenden Medizinalassistentenzeit war ich auf der internen Abteilung des Städt. Krankenhauses Weiden, auf der chirurgisch-gynäkologischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Mellersdorf und auf der chirurgischen und anaesthesiologischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Bielefeld tätig. Zur Zeit habe ich gerade die chirurgische Facharztausbildung am Klinikum Essen begonnen.

